

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application: 2002年12月 6日

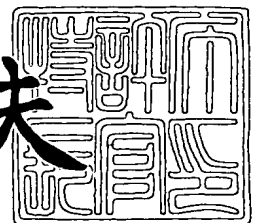
出願番号
Application Number: 特願2002-354978
[ST. 10/C]: [JP2002-354978]

出願人
Applicant(s): セイコーエプソン株式会社

2003年11月10日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



出証番号 出証特2003-3092671

【書類名】 特許願

【整理番号】 13965801

【提出日】 平成14年12月 6日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G02B 15/20

【発明の名称】 投射レンズ及びこれを備えたプロジェクター

【請求項の数】 6

【発明者】

【住所又は居所】 長野県諏訪市大和三丁目 3 番 5 号 セイコーエプソン株式会社内

【氏名】 成 松 修 司

【特許出願人】

【識別番号】 000002369

【住所又は居所】 東京都新宿区西新宿二丁目 4 番 1 号

【氏名又は名称】 セイコーエプソン株式会社

【代理人】

【識別番号】 100075812

【弁理士】

【氏名又は名称】 吉 武 賢 次

【選任した代理人】

【識別番号】 100091982

【弁理士】

【氏名又は名称】 永 井 浩 之

【選任した代理人】

【識別番号】 100096895

【弁理士】

【氏名又は名称】 岡 田 淳 平

【選任した代理人】

【識別番号】 100105795

【弁理士】

【氏名又は名称】 名 塚 聡

【選任した代理人】

【識別番号】 100106655

【弁理士】

【氏名又は名称】 森 秀 行

【選任した代理人】

【識別番号】 100117787

【弁理士】

【氏名又は名称】 勝 沼 宏 仁

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 087654

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 投射レンズ及びこれを備えたプロジェクター

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

スクリーン側より表示素子側に向かって順に配設された 1 枚の負の屈折力のレンズからなる第 1 レンズと、1 枚の正の屈折力のレンズからなる第 2 レンズと、1 枚の負の屈折力のレンズからなる第 3 レンズと、負の屈折力の第 1 貼り合わせレンズと正の屈折力の第 2 貼り合わせレンズとからなり全体で正の屈折力の第 4 レンズと、1 枚の正の屈折力からなる第 5 レンズとの実質的に 6 枚のレンズからなり、

前記表示素子側で略テレセントリックに形成され、

前記第 1 レンズの表示素子側の面と前記第 2 貼り合わせレンズの表示素子側の面が、非球面に形成されている
ことを特徴とする投射レンズ。

【請求項 2】

前記第 2 レンズのスクリーン側の先端から前記第 4 レンズの表示素子側の先端までの距離を L_{2-4} とし、前記第 2 レンズの表示素子側の先端から前記第 3 レンズのスクリーン側の先端までの距離を L_{23} とするとき、

$$0.3 < L_{23} / L_{2-4} < 0.5$$

であることを特徴とする請求項 1 に記載の投射レンズ。

【請求項 3】

前記第 1 レンズと前記第 2 レンズとの合成の焦点距離を f_{1-2} とし、前記第 3 レンズの焦点距離を f_3 とするとき、

$$-1.5 < f_{1-2} / f_3 < -0.8$$

であることを特徴とする請求項 1 に記載の投射レンズ。

【請求項 4】

前記第 1 レンズと前記第 2 レンズと前記第 3 レンズとは、スクリーン側から光軸にほぼ平行に前記第 1 レンズに入射する光束を光軸にほぼ平行に前記第 3 レンズを出射させるようにする屈折力を有する

ことを特徴とする請求項 1 に記載の投射レンズ。

【請求項 5】

前記第 1 貼り合わせレンズのスクリーン側の面はほぼ平面である
ことを特徴とする請求項 1 に記載の投射レンズ。

【請求項 6】

画像を形成する画像形成手段と、
前記画像形成手段によって形成された画像を投映する請求項 1 ～ 5 のいずれかに記載の投映用ズームレンズと、
を備えたことを特徴とするプロジェクター。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、フィルムやスライド、あるいは液晶表示器などに表示された像をスクリーンに拡大投映するための投射レンズ及びこれを備えたプロジェクターに関する。

【0002】

【従来の技術】

低コストのLCDプロジェクター用レンズを考える場合に、明るいこと、コンパクトで軽量であること、高精細な画像が得られること、歪曲が小さいこと、倍率色収差が小さいこと、テレセントリックであること、バックフォーカスが長いこと、短い投射距離を有すること、低コストであること等が要求される。

【0003】

一方、フィルムやスライド、あるいは液晶表示器などに表示された像をスクリーンに拡大投映するプロジェクターにおいては、投映用の光学系としてテレセントリックタイプのズームレンズが用いられることが多い。

【0004】

【特許文献 1】

特開 2000-137165 号公報

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、ズームレンズでは、低コストであること等の要件を満たしにくい。

【0006】

一方、固定焦点型の投射レンズを多数枚のレンズで構成することによって、高精細な画像が得られること、歪曲が小さいこと、倍率色収差が小さいこと等の要件を満たすことができる。しかしながら、レンズ枚数を多くした場合に、短波長側の透過率がレンズのガラス材の内部吸収により低減する。これに対し、短波長側の内部吸収の少ない鉛入りガラスを用い明るさを確保することも考えられるが、高コストになる。

【0007】

そこで、本発明の目的は、上記従来技術の有する問題を解消し、少ない枚数のレンズから構成された簡易な構成で良好に諸収差が低減された固定焦点型の投射レンズ及びこれを備えたプロジェクターを提供することである。

【0008】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために本発明の投射レンズは、スクリーン側より表示素子側に向かって順に配設された1枚の負の屈折力のレンズからなる第1レンズと、1枚の正の屈折力のレンズからなる第2レンズと、1枚の負の屈折力のレンズからなる第3レンズと、負の屈折力の第1貼り合わせレンズと正の屈折力の第2貼り合わせレンズとからなり全体で正の屈折力の第4レンズと、1枚の正の屈折力からなる第5レンズとの実質的に6枚のレンズからなり、前記表示素子側で略テレセントリックに形成され、前記第1レンズの表示素子側の面と前記第2貼り合わせレンズの表示素子側の面が、非球面に形成されていることを特徴とする。

【0009】

上記の発明によれば、第1レンズによって広角範囲の光線を拾い集め、第2レンズによって光線の収束を図り第3レンズへ送り、第3レンズによって拡散された光束が第4レンズへ導かれ、第4レンズにおいて主に色収差の低減を図り、第5レンズへ導かれ、第5レンズにおいて主に表示素子側で略テレセントリックに

なるように光束の収束を図る。

【0010】

第1レンズの表示素子側の面が非球面に形成されているので、スクリーン側から第1レンズに広角度で入射した光束は、少ない枚数のレンズで構成されているにもかかわらず、歪曲収差やコマ収差や非点収差等の諸収差を低減させることができる。また、第2貼り合わせレンズの表示素子側の面が非球面に形成されているので、少ない枚数のレンズで構成されているにもかかわらず、歪曲収差やコマ収差や非点収差等の諸収差を低減させることができ、また、第5レンズに対して、投射レンズが略テレセントリックとなるようにする役割を過負担なく担わせることが可能になる。

【0011】

また、第1レンズ及び第4レンズは一面に非球面を有するため製造コストの観点からレンズ口径をあまり大きくすることはできない。しかし、第2レンズと第4レンズとの間に第3レンズを配設したので、第2レンズと第3レンズと第4レンズとの間の位置関係を好適に設定するとともに第3レンズのパワー（屈折力）を好適に設定することにより、第1レンズ及び第4レンズのレンズ口径が限られる場合においても、第2レンズを出射した大きな光束口径の光束を第3レンズを介して第3レンズにおいて大きさ収差を発生させることなく第4レンズに受け渡すことが可能になり、少ないレンズ枚数の割にはFNo.（Fナンバー）の大きな明るい投射レンズを構成することができる。

【0012】

また、第2レンズと第4レンズとの間に第3レンズを配設したので、第2レンズと第3レンズと第4レンズとの間の位置関係を好適に設定することにより、例えば光軸に平行なスクリーン側から第1レンズに入射する光束が、光軸にほぼ平行な光束として第4レンズに入射するようにでき、この結果、第4レンズの色収差以外の収差補正の役割負担を軽減させることができる。

【0013】

また、本発明は、前記第2レンズのスクリーン側の先端から前記第4レンズの表示素子側の先端までの距離を L_{2-4} とし、前記第2レンズの表示素子側の先

端から前記第3レンズのスクリーン側の先端までの距離を L_{23} とするとき、

$$0.3 < L_{23} / L_{2-4} < 0.5$$

であることを特徴とする。

【0014】

上記発明において、 L_{23} / L_{2-4} の値が小さいほど第3レンズは第2レンズに近いので第2レンズを出射した光束はより大きな光束口径で第3レンズに入射する。第3レンズに入射する光束口径が大きい場合であって第3レンズのパワーが大きい場合に、所望の明るさ (FNo.) を得るために大きな光束口径の光束を捕獲しようとするすると第4レンズのレンズ口径を大きくする必要がある。一方、一面が非球面である第4レンズは限られたレンズ口径を有するので、所望の明るさ (FNo.) を得るためには第3レンズのパワーを小さくする必要があるが、第3レンズのパワーを小さくしすぎると投射レンズのバックフォカスの長さが短くなり好ましくなく、第3レンズのパワーを小さくすることにも限度がある。そこで、第4レンズの限られたレンズ口径を前提にするとともに所望のバックフォカスの長さを確保するためには、 L_{23} / L_{2-4} の値が小さすぎるのはよくなく、数値実験によれば0.3より大きい必要がある。

【0015】

また、 L_{23} / L_{2-4} の値が大きいほど第3レンズは第2レンズから遠く、第3レンズと第4レンズの間隔は小さくなる。所望の明るさ (FNo.) を得るためには、第3レンズを出射した光束の全てを第4レンズに入射させる必要があり、このためには第3レンズのパワーを大きくする必要がある。 L_{23} / L_{2-4} の値が大きいほど第3レンズのパワーをより大きくする必要があるが、第3レンズのパワーを大きくしすぎると収差が発生しやすくなる。そこで、収差が許容範囲にあるように第3レンズのパワーを抑制するとともに L_{23} / L_{2-4} の値を大きくし過ぎないようにする必要がある。 L_{23} / L_{2-4} の値が大きすぎるのはよくなく、数値実験によれば0.5より小さい必要がある。

【0016】

また、本発明は、前記第1レンズと前記第2レンズとの合成の焦点距離を f_{1-2} とし、前記第3レンズの焦点距離を f_3 とするとき、

$$-1.5 < f_{1-2} / f_3 < -0.8$$

であることを特徴とする。

【0017】

上記発明において、 f_{1-2} / f_3 の値が -1.5 と -0.8 との間というように -1 の近傍であるということは、例えば光軸にほぼ平行にスクリーン側から第1レンズに入射した光束が光軸にほぼ平行な光束として第3レンズから出射し、ほぼ平行な光束として第4レンズに入射することを意味する。この場合、光軸に対し傾斜してスクリーン側から第1レンズに入射した光束もあまり大きく方向を変えることなく第3レンズから出射する傾向にあり、第4レンズに入射する。すなわち、第1レンズ及び第2レンズの組と第3レンズとはいわゆるアフォーカル系を構成する。これによって、投射レンズの収差の低減を図ることができる。 f_{1-2} / f_3 の値が -1.5 以下の場合や -0.8 以上の場合のいずれの場合も、例えば光軸にほぼ平行にスクリーン側から第1レンズに入射した光束でも平行でない光束として第4レンズに入射することになるので、第4レンズにおける収差補正の役割負担が大きくなり、投射レンズにおける収差が生じやすくなる。

【0018】

また、本発明は、前記第1レンズと前記第2レンズと前記第3レンズとは、スクリーン側から光軸にほぼ平行に前記第1レンズに入射する光束を光軸にほぼ平行に前記第3レンズを出射させるようにする屈折力を有することを特徴とする。

【0019】

上記発明において、第1レンズ及び第2レンズの組と第3レンズとはいわゆるアフォーカル系を構成するので、投射レンズの収差の低減を図ることができる。

【0020】

また、本発明は、前記第1貼り合わせレンズのスクリーン側の面はほぼ平面であることを特徴とする。

【0021】

上記発明において、例えば第3レンズから光軸にほぼ平行に出射する光束は第1貼り合わせレンズのスクリーン側の面でほとんど屈折を受けることなく第4レンズに入射する。これによって、投射レンズの収差の低減を図ることができる。

【0022】

また、本発明のプロジェクターは、画像を形成する画像形成手段と、前記画像形成手段によって形成された画像を投射する上記投射レンズと、を備えたことを特徴とする。

【0023】

【発明の実施の形態】

図1は、本発明の実施形態に係る投射レンズのレンズ構成を示すものである。

図1に示す投射レンズ2は、スクリーン側（図1における左側）より表示素子（物点面）側（図1における右側）に向かって順に配設された1枚の負の屈折力のレンズからなる第1レンズ10と、1枚の正の屈折力のレンズからなる第2レンズ20と、1枚の負の屈折力のレンズからなる第3レンズ30と、負の屈折力の第1貼り合わせレンズ41と正の屈折力の第2貼り合わせレンズ42とからなり全体で正の屈折力の第4レンズ40と、1枚の正の屈折力からなる第5レンズ50との実質的に6枚のレンズから構成されている。符号60は表示素子としての3つの液晶表示器の3種の色の像を合成する合成プリズムを示す。符号70は模式的に表示素子（物点面）を示す。ズームレンズ2は、物点面70の側で略テレセントリックに形成され、物点面70の各々の点から出た光束は平行光束としてスクリーン5（図6参照）に向かうように形成されている。第2レンズ20の表示素子70側の直後には絞り22が設けられており、絞り22の大きさによって投射レンズ2の明るさ（FNo.）が決められる。

【0024】

図5に示すように、第1レンズ10によって広角範囲の光線を拾い集め、第2レンズ20によって光線の収束を図り第3レンズ30へ送り、第3レンズ30によって第4レンズ40へ導かれ、第4レンズにおいて主に色収差の低減を図り、第5レンズ50へ導かれ、第5レンズ50において主に表示素子70側で略テレセントリックになるように光束の収束を図る。

【0025】

投射レンズ2において、第1レンズ10の表示素子側の面11と第2貼り合わせレンズ42の表示素子側の面43が、非球面に形成されている。面11と面4

3の形状は次の非球面式

【数1】

$$x = \frac{Ry^2}{1 + \sqrt{1 - (1 + K)R^2y^2}} + Ay^4 + By^6 + Cy^8 + Dy^{10}$$

で表われる。係数A、B、C、Dを所定の係数値であり、Rは面11または面43の中心近傍の曲率半径を示す。

【0026】

第1レンズ10の面11が非球面に形成されているので、スクリーン側から第1レンズ10に広角度で入射した光束は、少ない枚数のレンズで構成されているにもかかわらず、歪曲収差やコマ収差や非点収差等の諸収差を低減させることができる。また、第2貼り合わせレンズ42の面43が非球面に形成されているので、少ない枚数のレンズで構成されているにもかかわらず、歪曲収差やコマ収差や非点収差等の諸収差を低減させることができる。また、面43を非球面にことにより、第5レンズ50に対して、第5レンズ50において諸収差を発生させることなく投射レンズ2が略テレセントリックとなるようにする役割を過負担なく担わせることができる。面11と面43を非球面に形成することにより、色収差以外の諸収差すなわち歪曲収差やコマ収差や非点収差等の諸収差を著しく低減できる。例えば、従来3.0%の歪曲収差やコマ収差や非点収差等の諸収差を約1.5%に低減することができた。

【0027】

第1レンズ10及び第4レンズ40は一面に非球面を有するため、第1レンズ10及び第4レンズ40のレンズ口径を所定値より大きくすると製造コストが高くなる。また、球面のガラスレンズ面上に樹脂材等からなる薄膜を加工付着させて面11、43を非球面に形成する場合に、製造可能なレンズ口径の大きさにも限度がある。そこで、第1レンズ10及び第4レンズ40のレンズ口径はあまり大きくすることはできない。投射レンズ2においては、第1レンズ10及び第4レンズ40のレンズ口径が限られた値にもかかわらず、少ないレンズ枚数の割にはFNo.の大きい明るい投射レンズ2を構成することができるよう、第2レ

レンズ20と第4レンズ40との間に第3レンズ30が配設されている。第2レンズ20と第4レンズ40との間に第3レンズ30との間の位置関係を好適に設定するとともに第3レンズ30のパワー（屈折力）を好適に設定することにより、第1レンズ10及び第4レンズ40のレンズ口径が限られる場合においても、第2レンズ20を出射した大きな光束口径の光束を第3レンズ30を介して第4レンズ40に適正に受け渡しできる。また、第3レンズ30のパワーを好適に設定することにより第3レンズ30において大きな収差を発生させないようにする。投射レンズ2は、少ないレンズ枚数の割には、高い収差特性とFNo.が1.5という大きなFNo.を有する。

【0028】

また、投射レンズ2では、第2レンズ20のスクリーン5側の先端から第4レンズ40の表示素子70側の先端までの距離を L_{2-4} とし、第2レンズ20の表示素子70側の先端から第3レンズ30のスクリーン5側の先端までの距離を L_{23} とするとき、

$$0.3 < L_{23} / L_{2-4} < 0.5 \quad (1)$$

が成立する。

【0029】

式(1)に示すように、 L_{23} / L_{2-4} に下限と上限とがあるのは次のような理由による。

図1または図5に示すように、 L_{23} / L_{2-4} の値が小さいほど第3レンズ30は第2レンズ20に近いので第2レンズ20を出射した光束はより大きな光束口径で第3レンズ30に入射する。第3レンズ30に入射する光束口径が大きい場合において第3レンズ30のパワーを大きくすると、第3レンズ30を出射した光束はさらに拡散され第4レンズ40に入射する。所望の明るさ（FNo.）を得るために大きな光束口径の光束を第4レンズ40において捕獲しようとするすると第4レンズ40のレンズ口径を大きくする必要が生じる。このため、面43が非球面である第4レンズ40のレンズ口径が限られた値であることを前提にすると、所望の明るさ（FNo.）を得るためには第3レンズ30のパワーを小さくする必要がある。しかし、第3レンズ30のパワーを小さくしすぎると投射レ

レンズ 2 のバックフォカスの長さが短くなり好ましくない。 L_{23}/L_{2-4} の値が小さいまま第 3 レンズ 30 のパワーを小さくすることにも限度がある。そこで、第 4 レンズ 40 の限られたレンズ口径を前提にするとともに所望のバックフォカスの長さを確保するためには、 L_{23}/L_{2-4} の値が小さすぎるのはよくなく、数値実験によれば 0.3 より大きくある必要がある。

【0030】

また、図 1 または図 5 に示すように、 L_{23}/L_{2-4} の値が大きいほど第 3 レンズ 30 は第 2 レンズ 20 から遠く、第 3 レンズ 30 と第 4 レンズ 40 の間隔は小さくなる。所望の明るさ (FNo.) を得るためには、第 3 レンズ 30 を出射した光束の全てを第 4 レンズ 40 に入射させる必要がある。このためには第 3 レンズ 30 のパワーを大きくし第 3 レンズ 30 を出射した光束を大きくする拡散させる必要がある。このように、 L_{23}/L_{2-4} の値が大きいほど第 3 レンズ 30 のパワーをより大きくする必要があるが、第 3 レンズ 30 のパワーを大きくしすぎると第 3 レンズ 30 が収差の発生源となる。そこで、収差が許容範囲にあるように第 3 レンズ 30 のパワーを抑制するとともに L_{23}/L_{2-4} の値を大きくし過ぎないようにする必要がある。 L_{23}/L_{2-4} の値は、数値実験によれば 0.5 より小さくある必要がある。

【0031】

また、投射レンズ 2 において、第 1 レンズ 10 と第 2 レンズ 20 との合成の焦点距離を f_{1-2} とし、第 3 レンズ 30 の焦点距離を f_3 とするとき、

$$-1.5 < f_{1-2}/f_3 < -0.8 \quad (2)$$

が成立する。

【0032】

式 (2) に示すように、 f_{1-2}/f_3 に下限と上限とがあるのは次のような理由による。

f_{1-2}/f_3 の値が -1.5 と -0.8 との間というように -1 の近傍であるということは、第 1 レンズ 10 と第 2 レンズ 20 との合成パワーと第 3 レンズ 30 のパワーとがほぼ等しくかつ符合が逆であることであり、例えば光軸にほぼ平行にスクリーン 5 側から第 1 レンズ 10 に入射した光束が光軸にほぼ平行な光

束として第3レンズ30から出射し、平行な光束として第4レンズ40に入射することを意味する。この場合、光軸に対し傾斜してスクリーン5側から第1レンズ10に入射した光束もあまり大きく方向を変えることなく第3レンズ30から出射する傾向があり、第4レンズ40に入射する。すなわち、第1レンズ10及び第2レンズ20の組と第3レンズ30とはいわゆるアフォーカル系を構成する。このように、第1レンズ10と第2レンズ20と第3レンズ30との間にアフォーカル系が構成されているので、少ないレンズ枚数であるにもかかわらず、投射レンズ2の収差の低減を良好に図ることができる。 f_{1-2}/f_3 の値が-1.5以下の場合や-0.8以上の場合のいずれの場合も、第1レンズ10及び第2レンズ20の組と第3レンズ30との間のアフォーカル系が崩れ、例えば光軸にほぼ平行にスクリーン5側から第1レンズ10に入射した光束でも平行でない光束として第4レンズ40に入射することになる。このため、第4レンズ40における収差補正の役割負担が大きくなり、投射レンズ2における収差が生じやすくなる。

【0033】

このように、投射レンズ2では、第1レンズ10と第2レンズ20と第3レンズ30とは、スクリーン5側から光軸にほぼ平行に第1レンズ10に入射する光束を光軸にほぼ平行に第3レンズ30を出射させるようにする屈折力を有する。

【0034】

また、第1貼り合わせレンズ41のスクリーン側の面44の曲率半径は非常に大きくはほぼ平面に形成されている。これによって、例えば第3レンズ30から光軸にほぼ平行に出射する光束は第1貼り合わせレンズの面44でほとんど屈折を受けることなく第4レンズ40に入射することができる。これによって、第1レンズ10及び第2レンズ20の組と第3レンズ30とがアフォーカル系を構成することと相俟って、投射レンズ2の収差の低減を図ることができる。

【0035】

以下に投射レンズ2の実施例について説明する。

実施例の投射レンズ2の仕様は次のとおりである。

【0036】

投射レンズ 2 のレンズデータを図 2 に示す。なお、OBJ は面番号を示しスクリーン側から順に各レンズの面に付した番号である。例えば、第 1 レンズ 10 の非球面 11 は OBJ 番号 2 で表され、第 1 レンズ 10 は OBJ 番号 1, 2 で表される。OBJ 番号 5 は絞り 22 を表す。第 2 レンズ 20 は OBJ 番号 3, 4 で表され、第 3 レンズ 30 は OBJ 番号 6, 7 で表される。貼り合わせレンズである第 4 レンズ 40 は OBJ 番号 8, 9, 10 で表され、非球面 43 は OBJ 番号 10 で表される。第 5 レンズ 50 は OBJ 番号 11, 12 で表される。RDY は曲率半径 (単位 mm) を示し、THI は次の面との間のレンズ厚みあるいは空気空間を表している (単位 mm)。例えば、OBJ 番号 1 の欄にある THI の値 2.0 は第 1 レンズ 10 の厚さを示し、OBJ 番号 2 の欄にある THI の値 27.7 は第 1 レンズ 10 の表示素子 70 側の端面と第 2 レンズ 20 のスクリーン 5 側の端面との間の長さを表す。GLA はレンズ材料の d 線屈折率とアッペ数を示し、例えば GLA が 1.51680_64.2 はレンズ材料の d 線屈折率が 1.51680 でありアッペ数が 64.2 であることを示す。

【0037】

投射レンズ 2 の収差図を図 3 および図 4 に示す。なお、図 3 において (A) は球面収差を、(B) は非点収差を、(C) は歪曲収差を表している。図 3 中 (B) の非点収差図における符号 S, T は、それぞれ球欠的像面、子午的像面に対する収差を表す。また、図 4 は横収差図であり、図中 (A), (B), (C), (D), (E) は、それぞれ像高比 (1.00), (0.83), (0.62), (0.42), および (0.00) における収差を表す。図 3 及び図 4 に示されるように、本実施例の投射レンズ 2 は高い収差特性を有する。

【0038】

第 1 レンズ 10 の面 11 と第 2 貼り合わせレンズ 42 の面 43 の非球面形状は、前述の非球面式で表される。ここで、図 2 において、非球面式における係数 R は OBJ 番号 2, 10 の欄で示される曲率半径 (RDY) で与えられ、係数 K, A, B, C, D は OBJ 番号 2, 10 の欄で示される値である。第 1 レンズ 10 と第 2 貼り合わせレンズ 42 においては、球面のガラスレンズ面上に樹脂材等からなる薄膜を加工付着させて非球面 11, 43 を形成することが可能である。

【0039】

上述の実施例では、第2レンズ20のスクリーン5側の先端から第4レンズ40の表示素子70側の先端までの距離を L_{2-4} は29.7mmであり、第2レンズ20の表示素子70側の先端から第3レンズ30のスクリーン5側の先端までの距離を L_{23} は11.6mmである。 L_{23}/L_{2-4} は0.39mmであって約0.4であり、式(1)で示す $0.3 < L_{23}/L_{2-4} < 0.5$ を満たす。

【0040】

また、第1レンズ10と第2レンズ20との合成の焦点距離を f_{1-2} は28.8mmであり、第3レンズ30の焦点距離を f_3 は-29.9mmである。 f_{1-2}/f_3 は0.96であって約-1であり、式(2)に示す $-1.5 < f_{1-2}/f_3 < -0.8$ を満たす。

【0041】

また、第1貼り合わせレンズ41のスクリーン側の面44の曲率半径は、図2においてOBJ番号8の欄のRDYに示すように、-97865.717mmという非常に大きな値を有し、面44はほぼ平面に形成されている。

また、上述の実施例の投射レンズ2のFNo.は1.5である。また、バックフォーカスの長さは33.3mmである。

【0042】

以上、上述の本発明の実施の形態によれば、実質的に6枚のレンズで構成することによって、投射レンズ2を明るく、高い収差特性を有し、コンパクトで軽量にすることができ、低コストのLCDプロジェクター用の投射レンズを提供することができる。

【0043】

また、投射レンズ2では、第1レンズ10の像面側の面11と第4レンズ40の面43を非球面に形成することによって、少ない枚数のレンズで構成されているにもかかわらず、色収差以外の諸収差すなわち歪曲収差やコマ収差や非点収差を低減でき、高精細な画像を得ることができるようにすることができる。

【0044】

また、面 43 を非球面にすることにより、第 5 レンズ 50 に対して、第 5 レンズ 50 において諸収差を発生させることなく投射レンズ 2 が略テレセントリックとなるようにする役割を過負担なく担わせることができる。

【0045】

また、第 2 レンズ 20 と第 4 レンズ 40 との間に第 3 レンズ 30 を配設し、第 2 レンズ 20 と第 4 レンズ 40 との間における第 3 レンズ 30 の位置関係を好適に設定するとともに第 3 レンズ 30 のパワー（屈折力）を好適に設定することにより、第 1 レンズ 10 及び第 4 レンズ 40 のレンズ口径が限られた値にもかかわらず、少ないレンズ枚数の割には、高い収差特性と大きな FNo. を有することができる。

【0046】

また、投射レンズ 2 では $L23/L2-4$ が式 (1) を満たすので、投射レンズ 2 は、長いバックフォーカスを確保でき、第 3 レンズ 30 のパワーを抑制して収差が許容範囲にあるようにでき、第 4 レンズ 40 のレンズ口径が限られた値であるにもかかわらず、大きな FNo. を有することができる。

【0047】

また、投射レンズ 2 では $f1-2/f3$ が式 (2) を満たすので、第 1 レンズ 10 及び第 2 レンズ 20 の組と第 3 レンズ 30 とはいわゆるアフォーカル系を構成することができ、第 4 レンズ 40 における収差補正の役割負担が小さくでき、投射レンズ 2 に高度な収差特性を持たせることができる。

【0048】

また、第 1 貼り合わせレンズ 41 の面 44 の曲率半径は非常に大きくはほぼ平面に形成されているので、例えば第 3 レンズ 30 から光軸にほぼ平行に出射する光束は第 1 貼り合わせレンズの面 44 でほとんど屈折を受けることなく第 4 レンズ 40 に入射することができ、投射レンズ 2 の収差の低減を図ることができる。

【0049】

なお、第 1 レンズ 10、第 2 レンズ 20、第 3 レンズ 30 及び第 5 レンズ 50 を 1 枚のレンズからなるとしたが、ここで 1 枚のレンズとは実質的に 1 枚であることを示し、例えば薄膜を表面に加工付着させた場合も実質的には 1 枚のレンズ

として考えることができる。

【0050】

次に、図6を参照して、上述の投射レンズ2を備えたプロジェクター1の一実施例について説明する。

【0051】

プロジェクター1は、カラー画像を形成するための画像形成手段3とズームレンズ2を備えている。画像形成手段3は、3つの液晶表示器と、3つの液晶表示器の3種の色の像を合成する合成プリズム60とを備えている。図6において、3つの液晶表示器は模式的に表示されており、3つの液晶表示器による各々の画像は模式的に表示素子（物点面）70上に形成されるとして表示されており、3つの液晶表示器の具体的な表示は省略している。3つの液晶表示器による各々の画像は合成プリズム60によって合成された後、投射レンズ2によってスクリーン5へ投影される。投射レンズ2は表示素子70からスクリーン5に向かって略テレセントリックであるので、液晶表示器の画質の角度依存性に左右されずに鮮明にスクリーン5に投影することを可能にする。また、投射レンズ2は長いバックフォーカスを有し、投射レンズ2と表示素子70との間に合成プリズム60を配設することが可能である。

【0052】

なお、画像形成手段3としては、液晶表示器に換えて、画素がマイクロミラーによって構成されたデバイスのような光変調装置やフィルムやスライドのようなものを用いることも可能である。

【0053】

上述の実施例にかかる投射レンズ2をプロジェクター1に採用することにより、画像品質の高いプロジェクターを提供することが可能となる。

【0054】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明の構成によれば、実質的に6枚という限られた少ない枚数のレンズから構成された簡易な構成で良好に諸収差が低減された明るい投射レンズを提供でき、また、この投射レンズを備えた画像品質の高いプロジェ

クターを提供することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の投射レンズの一実施例を示すレンズ構成を示し、左側がスクリーン側を示し右側が表示素子（像点面）側を示す。

【図 2】

図 1 に示す投射レンズのレンズデータを示す図であり、O B J は面番号を示し、R D Y は曲率半径（単位 mm）を示し、T H I は次の面との間のレンズ厚みあるいは空気空間を示す。

【図 3】

図 1 に示した投射レンズの収差図であり、（A）は球面収差を、（B）は非点収差を、（C）は歪曲収差をそれぞれ表す。

【図 4】

図 1 に示した投射レンズの横収差図であり、（A）は像高比 1. 0 0 における収差を、（B）は像高比 0. 8 3 における収差を、（C）は像高比 0. 6 2 における収差を、（D）は像高比 0. 4 2 における収差を、（E）は像高比 0. 0 0 における収差をそれぞれ表す。

【図 5】

本発明の投射レンズにおける光線図。

【図 6】

本発明の投射レンズを備えたプロジェクターを示す図。

【符号の説明】

- 2 投射レンズ
- 3 画像形成手段
- 5 スクリーン
- 1 0 第 1 レンズ
- 1 1 面（非球面）
- 2 0 第 2 レンズ
- 2 2 絞り

特願2002-354978

30 第3レンズ

40 第4レンズ

41 第1貼り合わせレンズ

42 第2貼り合わせレンズ

43 面 (非球面)

44 面

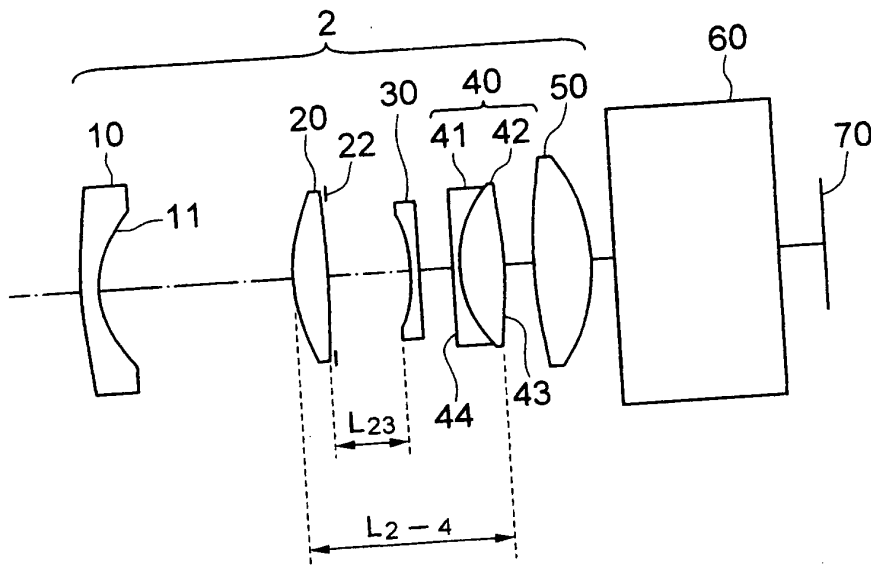
60 合成プリズム

70 表示素子 (物点面)

出証特2003-3092671

【書類名】 図面

【図 1】

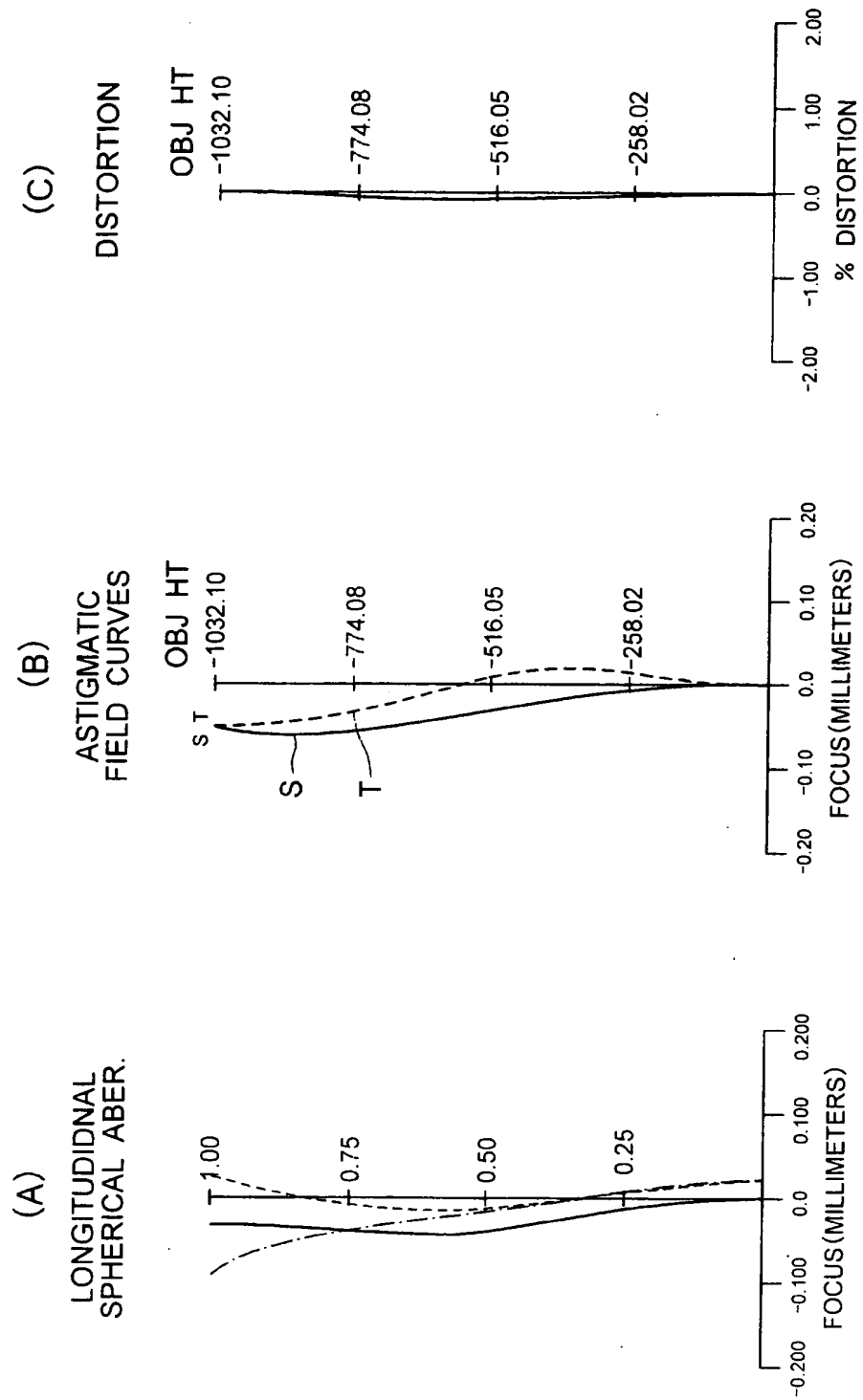
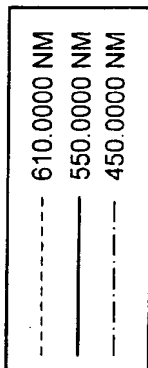


【図 2】

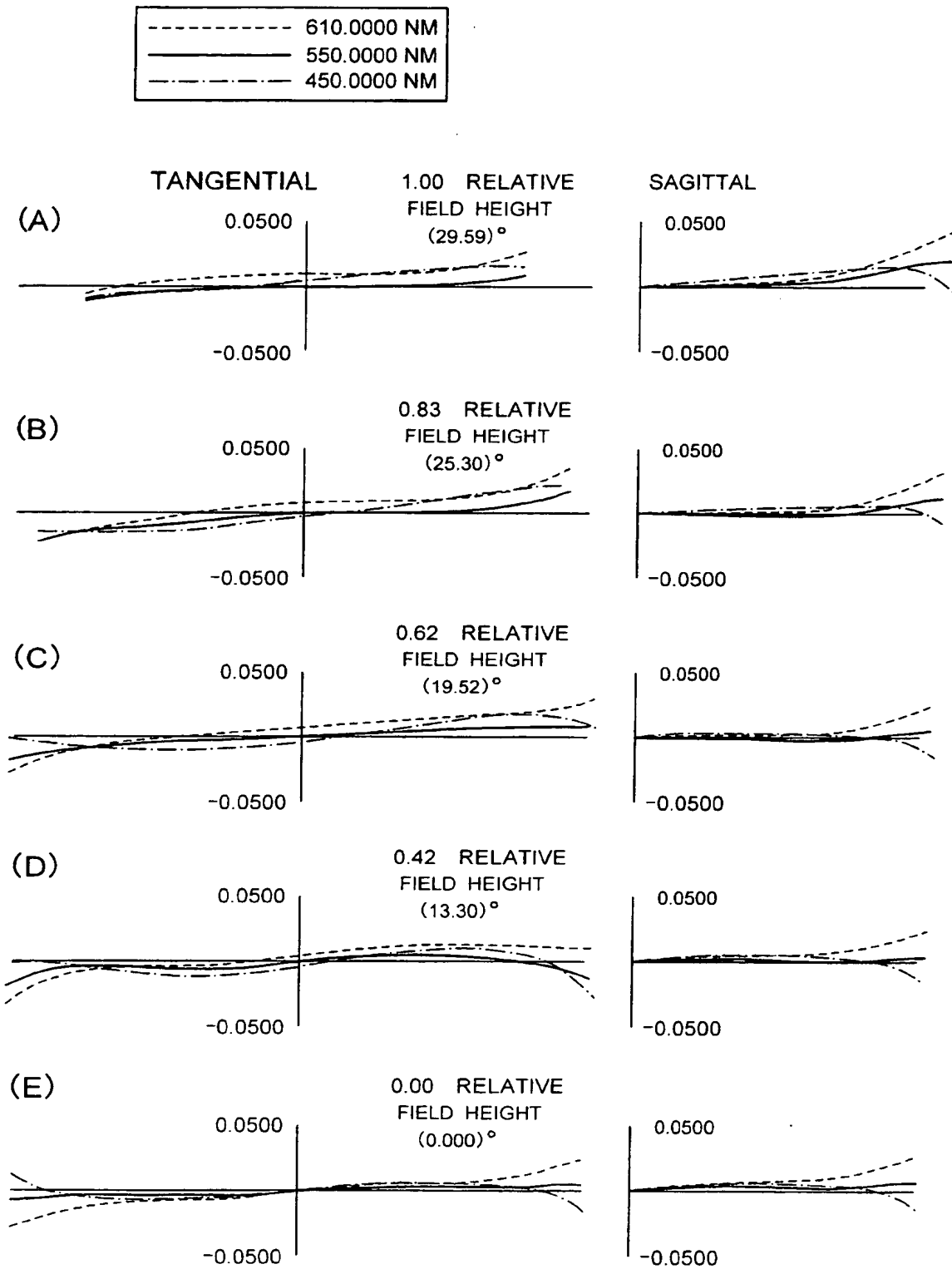
aa.lis

	RDY	THI	RMD	GLA
OBJ:	INFINITY	1800.000000		1.51680-64.2
1:	114.54700	2.000000		
2:	13.20900	27.700000		
ASP:				
K :	-0.221466			
A :	-2.10252E-04	B : -1.76060E-06	C : 0.877720E-09	D : -.554803E-11
3:	27.94100	5.000000		1.83400-37.3
4:	-147.91100	0.200000		
5:	INFINITY	11.400000		1.80518-25.5
6:	-26.95600	1.000000		
7:	248.41000	4.900000		1.76182-26.6
8:	-97865.71700	1.000000		1.69350-53.3
9:	18.68700	6.200000		
10:	-42.39400	4.250000		
ASP:				
K :	0.533605			
A :	0.291050E-04	B : 0.632345E-07	C : 0.111812E-10	D : 0.200219E-12
11:	88.28100	8.200000		1.71300-53.9
12:	-26.66300	1.000000		1.51680-64.2
13:	INFINITY	23.000000		
14:	INFINITY			
IMG:				

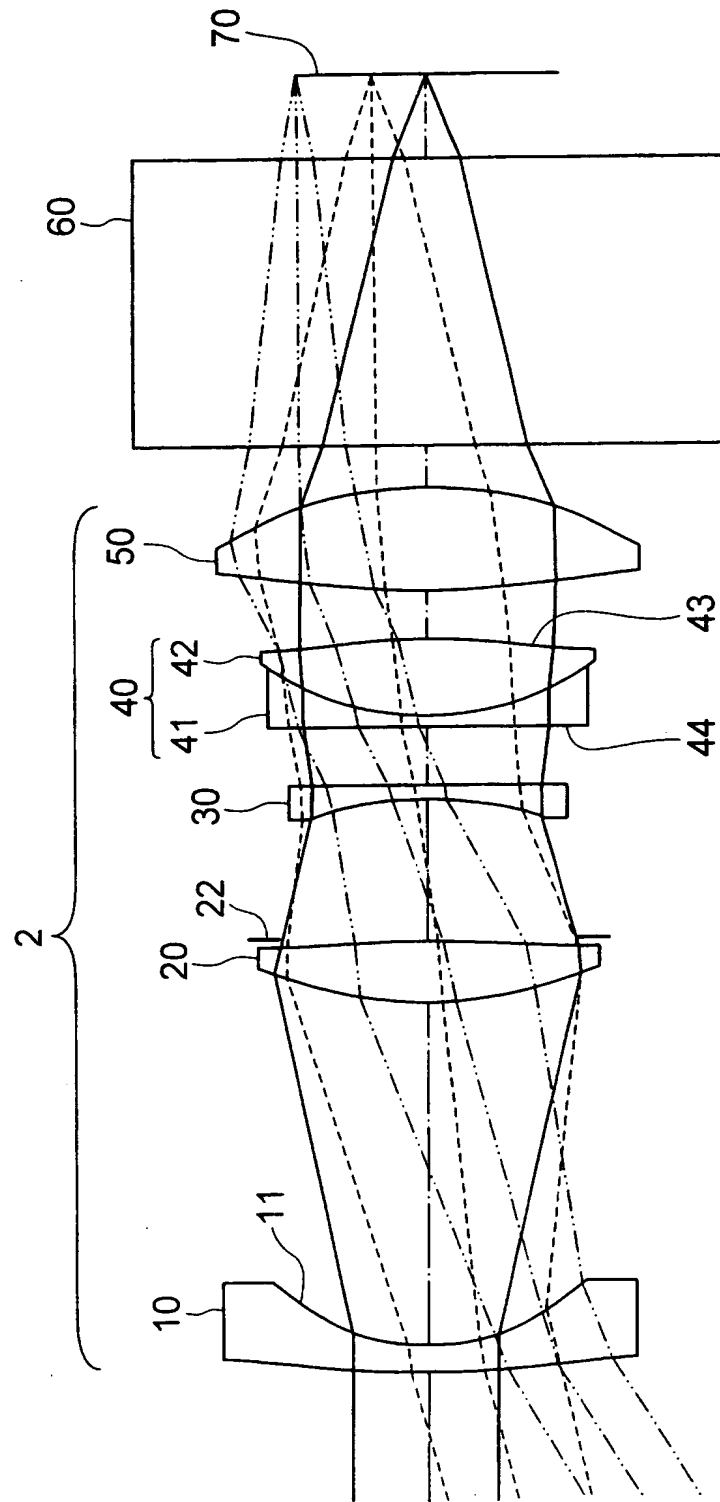
【図 3】



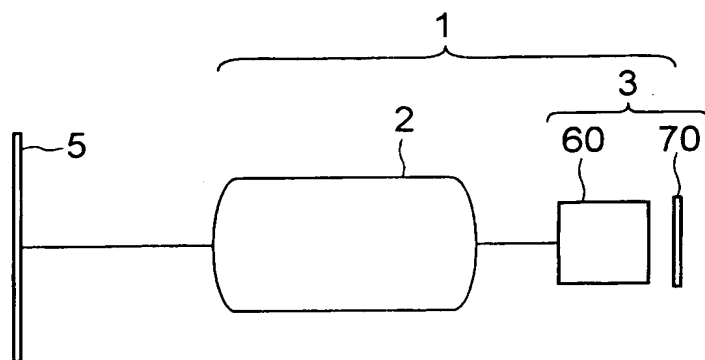
【図 4】



【図 5】



【図 6】






【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 限られた少ない枚数のレンズから構成された簡易な構成で良好に諸収差が低減された明るい投射レンズを提供する。

【解決手段】 投射レンズ（2）は、スクリーン（5）側より表示素子（70）側に向かって順に配設された1枚の負の屈折力のレンズからなる第1レンズ（10）と、1枚の正の屈折力のレンズからなる第2レンズ（20）と、1枚の負の屈折力のレンズからなる第3レンズ（30）と、負の屈折力の第1貼り合わせレンズ（41）と正の屈折力の第2貼り合わせレンズ（42）とからなり全体で正の屈折力の第4レンズ（40）と、1枚の正の屈折力からなる第5レンズ（50）との実質的に6枚のレンズからなり、表示素子側で略テレセントリックに形成され、第1レンズの表示素子側の面（11）と第2貼り合わせレンズの表示素子側の面（43）が、非球面に形成されていることを特徴とする。

【選択図】 図1



特願 2 0 0 2 - 3 5 4 9 7 8

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 2 3 6 9]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 0 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都新宿区西新宿 2 丁目 4 番 1 号

氏 名

セイコーエプソン株式会社